

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. August 2002 (01.08.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/058985 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B62D 5/04**

20, 70442 Stuttgart (DE). ZF-LENKSYSTEME GMBH  
[DE/DE]; Richard-Bullinger-Str. 77, 73527 Schwäbisch  
Gmünd (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/00164

(22) Internationales Anmeldedatum:  
19. Januar 2002 (19.01.2002)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LOHNER, Herbert  
[DE/DE]; Wimsheimerstr. 15/3, 71292 Frielzheim (DE).  
DOMINKE, Peter [DE/DE]; Rechentshofenerstr. 9,  
74321 Bietigheim-Bissingen (DE). CAO, Chi-Thuan  
[DE/DE]; Tubizer Str. 35, 70825 Korntal-Muenchingen  
(DE). PFEIFFER, Wolfgang [DE/DE]; Braunersberg-  
steige 1, 71723 Grossbottwar (DE). LEIMBACH,  
Klaus-Dieter [DE/DE]; Haldenweg 45, 71696 Moeglin-  
gen (DE). HARTER, Werner [DE/DE]; Hummelberg  
4, 75428 Illingen (DE). HAUFER, Jens [DE/DE];  
Unterstr. 26, 76829 Landau-Mörzheim (DE). HAUSS-  
MANN, Matthias [DE/DE]; Oberdorfstrasse 18, 89561

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

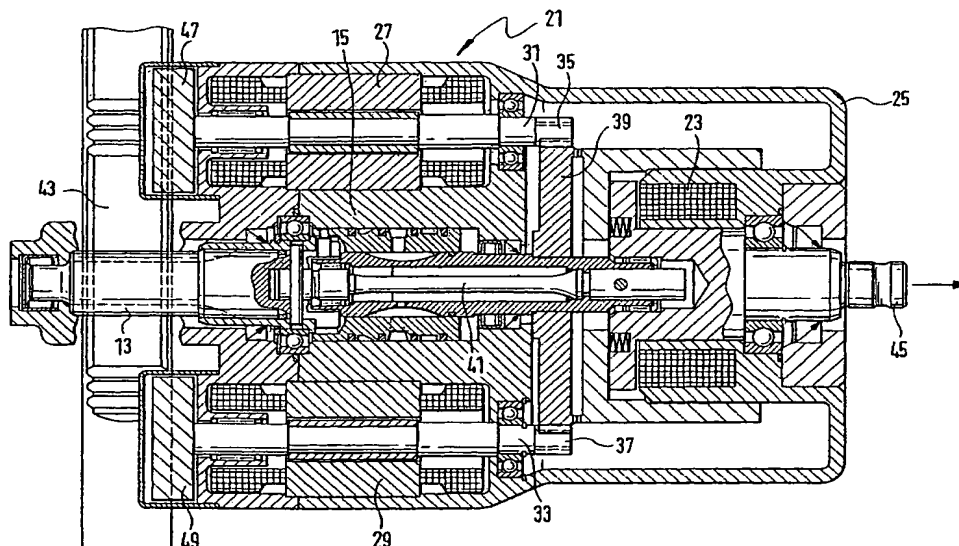
(30) Angaben zur Priorität:  
101 03 667.1 27. Januar 2001 (27.01.2001) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ACTUATOR FOR A STEER-BY-WIRE- STEERING SYSTEM

(54) Bezeichnung: AKTUATOR FÜR EINE STEER-BY-WIRE-LENKANLAGE



(57) Abstract: The invention relates to a steering actuator (21) for a Steer-By-Wire- steering system, wherein two electro motors (27,29) are provided. The pinions (35,37) in the electro motors act upon on a gearwheel (39) which drives, for example, a rack and pinion steering drive (11) or a steering column (3) with a steering wheel (1) secured in place thereon. When the actuator is required to generate only a low momentum, the electro motors are controlled in such a manner that they are displaced against each other and therefore no slack occurs in the gearing between the pinions and the gearwheel. When a high momentum is required, both motors work in a parallel manner so that the torque momentum thereof is added.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/058985 A1



Ballmertshofen (DE). **KNÖDLER, Helmut** [DE/DE];  
Elsternweg 6, 73547 Lorch (DE). **SCHUELE, Juergen**  
[DE/DE]; Schillersur. 19, 73525 Schwäbisch Gmünd (DE).

(74) **Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH;**  
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** JP, KR, US.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

(57) **Zusammenfassung:** Es wird ein Lenkaktuator (21) für eine Steer-By-Wire-Lenkanlage vorgeschlagen, bei dem zwei Elektromotoren (27,29) vorgesehen sind. Die Ritzel (35,37) der Elektromotoren wirken auf ein Getrieberad (39), welches bspw. ein Zahnstangenlenkgetriebe (11) oder eine Lenksäule (3) mit einem darauf befestigten Lenkrad (1) antreiben. Wenn nur geringe Momente vom Aktuator erzeugt werden müssen, werden die Elektromotoren so angesteuert, dass sie gegeneinander verspannt sind und somit kein Spiel in der Verzahnung zwischen Ritzel und Getrieberad auftritt. Wenn hohe Momente gefordert sind, arbeiten beide Motoren parallel, so dass sich ihr Drehmoment addiert.

5

Aktuator für eine Steer-by-Wire-Lenkanlage

10

## Stand der Technik

15

Die Erfindung betrifft einen Aktuator für eine Steer-by-Wire-Lenkanlage eines Fahrzeugs, mit einer Abtriebswelle, mit einem elektrischen Antrieb, und mit einem Untersetzungsgetriebe zwischen elektrischem Antrieb und Abtriebswelle sowie eine Steer-by-Wire-Lenkanlage gemäß dem Oberbegriff des nebengeordneten Anspruchs 9.

20

Bei einer Steer-by-Wire-Lenkanlage ist im Normalbetrieb nur eine elektrische Signalverbindung zwischen einer Lenkhandhabe, wie z.B. einem Lenkrad, und den gelenkten Rädern des Fahrzeugs wirksam. Bei einer Funktionsstörung der Steer-by-Wire-Lenkanlage muss auf eine mechanische oder hydraulische Ersatzlenkung zurückgegriffen werden. Diese Ersatzlenkung wird im Folgenden als Rückfallebene bezeichnet.

25

30

Bei einer Steer-by-Wire-Lenkanlage wird der Fahrerlenkwunsch in Form eines Lenkraddrehwinkels von einen oder mehreren Drehwinkelsensoren, die an der Lenksäule des Fahrzeugs angeordnet sind, erfasst. Ein Lenkaktuator, welcher zur Verstellung der gelenkten Räder dient, wird in Abhängigkeit des Fahrerlenkwunsches angesteuert. Dieser Lenkaktuator kann als elektrisch angetriebenes Lenkgetriebe ausgeführt sein.

35

- 2 -

Um dem Fahrer eine Rückmeldung von den zwischen der Fahrbahn und den gelenkten Rädern wirkenden Kräften oder Momenten zu vermitteln, ist an der Lenksäule ein Lenkhandhabenaktuator vorgesehen, der in Abhängigkeit der genannten Kräfte oder Momente ein Moment in die Lenksäule einleitet. Dieses, nachfolgend als Lenkgefühl bezeichnete Moment ist von großem Einfluss auf die Wahrnehmung des Fahrzeugs durch den Fahrer und den Fahrerlenkwunsch.

Darüber hinaus sind Lenkhandhabenaktuatoren mit elektrischem Antrieb bekannt, welche für das Lenkgefühl am Lenkrad sorgen.

Diese Lenkhandhabenaktuatoren weisen, ebenso wie die Lenkaktuatoren, wegen des zweitweise erforderlichen hohen Drehmoments ein Untersetzungsgetriebe auf. Das Spiel des Untersetzungsgetriebes verschlechtert die Stabilität der Regelung des Lenkaktuator und verschlechtert somit auch die Fahrstabilität des Fahrzeugs. Außerdem wird es vom Fahrer als störend empfunden, wenn es im Lenkhandhabenaktuator auftritt. Außerdem ändert sich das Lenkgefühl durch den Verschleiß des Untersetzungsgetriebes im Laufe der Zeit.

Im Zusammenhang mit der Erfindung wird im Folgenden häufig nur von Aktuator gesprochen. Gemeint sind damit sowohl Lenkhandhabenaktuatoren als auch Lenkaktuatoren.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen Aktuator für eine Steer-by-Wire-Lenkanlage eines Fahrzeugs bereitzustellen, welcher auch mit zunehmendem Verschleiß spielfrei und ohne vom Fahrer wahrnehmbare Änderungen des Lenkgefühls arbeitet, eine hohe Funktionssicherheit aufweist und außerdem in der Lage ist, bei Bedarf große Drehmomente in die Lenkanlage einzuleiten.

- 3 -

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, durch einen Aktuator für eine Steer-by-Wire-Lenkanlage eines Fahrzeugs, mit einer Abtriebswelle, mit einem elektrischen Antrieb, mit einem Untersetzungsgetriebe zwischen elektrischem Antrieb und Abtriebswelle, wobei der elektrische Antrieb mindestens zwei Elektromotoren aufweist.

#### Vorteile der Erfindung

Im Normalbetrieb einer Steer-by-Wire-Lenkanlage, bspw. wenn das Fahrzeug annähernd gradeaus fährt, treten häufige Drehrichtungswechsel bei niedrigen Lenkmomenten auf. In diesen Fällen werden die mindestens zwei Elektromotoren des erfindungsgemäßen Aktuators so geregelt, dass mindestens ein Motor für eine Drehrichtung des Aktuators ein Funktionsmoment abgibt und der oder die anderen Elektromotoren ein kleines Moment in die andere Richtung abgeben. Dadurch wird ein eventuell vorhandenes Spiel zwischen elektrischem Antrieb und Abtriebswelle eliminiert. Am Lenkrad ist kein Getriebespiel spürbar und es treten auch keine Geräusche beim Wechsel der Drehrichtung des Lenkrads auf. Der zweite Motor, welcher das Gegenmoment erzeugt, wird ebenso wie der erste Motor vom Steuergerät der Steer-by-Wire-Lenkanlage angesteuert. Damit ist das Gegenmoment des zweiten Motors bekannt. In Folge dessen kann über die gesamte Lebensdauer des Fahrzeug ein gleichbleibend gutes Lenkgefühl gewährleistet werden.

Bei der Verwendung des erfindungsgemäßen Aktuators als Lenkaktuator ist ebenfalls gewährleistet, dass im sensiblen Bereich des Geradeausfahrens das Getriebespiel für die Positionsregelung des Lenkgetriebes bzw. eines Drehstabventils nicht auftritt. Auch Geräusche, welche durch einen Drehrichtungswechsel und das Getriebespiel entstehen, werden wirkungsvoll verhindert.

- 4 -

Wenn einer der elektrischen Motoren überlastet wird, können alle Elektromotoren in die gleiche Richtung arbeiten und somit eine Überlastung verhindern. Damit vervielfacht sich das in die Steer-by-Wire-Lenkanlage einkoppelbare Moment  
5 entsprechend der Zahl der vorhandenen Elektromotoren. Da jeder dieser Elektromotoren kurzfristig überlastet werden kann, sind somit auch größere Momente zumindest kurzfristig durch den erfindungsgemäßen Aktuator realisierbar. Außerdem können das Getriebe und die Ritzel entsprechend kleiner und  
10 kostengünstiger ausgelegt werden, da das vom Aktuator abgegebene Gesamtmoment von mehreren Elektromotoren über mehrere Ritzel in das Untersetzungsgetriebe eingeleitet wird. Außerdem verringert sich wegen des kleineren Getriebes der Platzbedarf des erfindungsgemäßen Aktuators,  
15 was für den Einsatz eines erfindungsgemäßen Aktuators im Fahrzeug entscheidend sein kann.

Für den Fall, dass einer der Elektromotoren des elektrischen Antriebs ausfällt, kann der mindestens eine  
20 verbleibende Elektromotor die Aufgaben des Aktuators übernehmen, ohne dass es zu Beeinträchtigungen der Fahrsicherheit kommt. In diesem Zustand ist lediglich das störende Getriebespiel vom Fahrer wahrnehmbar. Dies ist allerdings für eine kurze Zeit, bspw. für die Fahrt zur  
25 Werkstatt, tolerierbar.

Weitere Ergänzungen der Erfindung sehen vor, dass das Untersetzungsgetriebe ein Zahnradgetriebe ist, dass die Elektromotoren je ein Antriebsritzel aufweisen, dass die  
30 Antriebsritzel Teil des Zahnradgetriebes sind und/oder, dass die Zähnezahl der Antriebsritzel unterschiedlich ist, so dass sich ein ruhiger Lauf des Aktuators ergibt.

In weiterer Ergänzung der Erfindung ist vorgesehen, dass  
35 die Elektromotoren je einen Rotorlagegeber aufweisen, so dass die Rotorlagegeber auch zur Erfassung des Drehwinkels

- 5 -

der Abtriebswelle geeignet sind. Wegen der unterschiedlichen Zähnezahl der Antriebsritzel kann aus den von den Rotorlagegebern an das Steuergerät der Steer-by-Wire-Lenkanlage abgegebenen Signale der Drehwinkel der Abtriebswelle eindeutig bestimmt werden. Dadurch kann auf den Einsatz von Multi-turn-Sensoren mit einem Messbereich von über 360° verzichtet werden. Diese Multi-turn-Sensoren sind sehr teuer und außerdem ist beim Ausfall eines dieser Sensoren die elektronische Steuerung der Steer-by-Wire-Lenkanlage nicht mehr funktionsfähig.

Der erfindungsgemäße Aktuator kann eine Lenksäule oder ein Lenkgetriebe antreiben, so dass er jedoch nach Bedarf als Lenkhandhabenaktuator oder Lenkaktuator einsetzbar ist. Für den Fall, dass das Lenkgetriebe ein Zahnstangenlenkgetriebe ist, treibt die Abtriebswelle des Aktuators das Ritzel des Lenkgetriebes an, während für den Fall, dass das Lenkgetriebe ein Zahnstangen-Hydro-Lenkgetriebe ist, die Abtriebswelle des Aktuators das Drehstabventil des Zahnstangen-Hydro-Lenkgetriebes antreibt.

Die eingangs genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß auch gelöst durch eine Steer-By-Wire-Lenkanlage für ein Fahrzeug, mit einer Lenkhandhabe, mit einem die Position der Lenkhandhabe steuernden Lenkhandhaben-Aktuator, mit einem die Position der Lenkhandhabe erfassenden Drehwinkelsensor, mit einem die Stellung der gelenkten Räder mindestens mittelbar steuernden Lenkaktuator, mit einem die Position des Lenkaktuators erfassenden ersten Istwert-Sensor und mit einem elektronischen Steuergerät, wobei der Lenkhandhabenaktuator ein Lenkhandhabenaktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 5 ist, und/oder dass der Lenkaktuator ein Lenkaktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 4 sowie 6 bis 8 ist. Bei dieser Steer-by-Wire-Lenkanlage kommen die o.g. Vorteile des erfindungsgemäßen Aktuators voll zum Tragen.

- 6 -

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Zeichnung und deren Beschreibung entnehmbar.

5      Zeichnung

Es zeigen:

10      Figur 1      eine schematische Darstellung eines  
Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen  
Steer-by-Wire-Lenkanlage,

15      Figur 2      ein Ausführungsbeispiel eines als  
Ventilaktuator ausgebildeten  
erfindungsgemäßen Aktuators und

20      Figur 3      ein Ausführungsbeispiel eines als  
Lenkaktuator ausgebildeten erfindungsgemäßen  
Aktuators.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

25      Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines  
Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Steer-by-Wire-  
Lenkanlage mit einem Hydro-Servolenkgetriebe.

30      Ein Lenkrad 1 dient als Lenkhandhabe und ist an einer  
Lenksäule 3 befestigt, die im Chassis eines nicht  
dargestellten Fahrzeugs gelagert ist. Statt des Lenkrads 1  
kann auch eine andere Lenkhandhabe, wie z.B. ein sog.  
Sidestick, vorgesehen sein, deren Bewegung in eine  
Drehbewegung der Lenksäule 3 umgesetzt wird. An der  
35      Lenksäule 3 ist ein Lenkradaktuator 5 angeordnet.

Die in Figur 1 nicht dargestellten gelenkten Räder werden



- 7 -

über eine Spurstange 9 verstellt. Betätigt wird die Spurstange 9 in dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 über ein Hydro-Servolenkgetriebe 11. Die Erfindung ist jedoch auch zum Einsatz bei anderen Lenkgetrieben geeignet.

Das Hydro-Servolenkgetriebe 11 ist an sich bekannt und wird deshalb nicht in allen Details erläutert. Es weist eine in Figur 1 nicht dargestellte Zahnstange auf, die auf die Spurstangen 9 wirkt, und welche von einem Ritzel 13 angetrieben wird. Oberhalb des Ritzels 13 und drehfest mit diesem verbunden ist ein Drehstabventil 15 zur Steuerung der Servounterstützung des Hydro-Servolenkgetriebes 11 angeordnet. Das Drehstabventil 15 steuert den Förderstrom einer Servopumpe 17 in einen parallel zu der Zahnstange angeordneten doppelt wirkenden Arbeitszylinder 19.

Im Unterschied zu konventionellen Lenkanlagen wird das Hydro-Servolenkgetriebe 11 nach Figur 1 im Steer-by-Wire-Betrieb, wie er in Figur 1 dargestellt ist, von einem Lenkaktuator 21 und nicht von der Lenksäule 3 betätigt wird. In Figur 1 ist eine Kupplung 23 der Lenksäule 3 im geöffneten Zustand dargestellt. D.h., es besteht keine mechanische Verbindung zwischen Lenkrad 1 über die Lenksäule 3 zum Hydro-Servolenkgetriebe 11. Damit besteht auch keine mechanische Verbindung vom Lenkrad 1 zu den gelenkten Rädern.

Der Lenkaktuator 21 wird von einem nicht dargestellten Steuergerät so angesteuert, dass er den Fahrerlenkwunsch, der sich durch Drehen des Lenkrads 1 ausdrückt, in eine Lenkbewegung der gelenkten Räder umsetzt. Dazu ist es einerseits erforderlich, dass sowohl der Drehwinkel des drehfest mit dem Lenkrad 1 verbundenen Teils der Lenksäule 3 als auch die Stellung der Spurstange 9 bzw. der Drehwinkel des Ritzels 13 eindeutig erfasst werden. Dies geschieht bei den Steer-by-Wire-Lenkanlagen nach dem Stand

- 8 -

der Technik durch Drehwinkelsensoren.

Wenn die Steer-by-Wire-Lenkanlage eine Störung aufweist,  
wird die Kupplung 23 geschlossen und somit auf die  
mechanische Rückfallebene umgeschaltet.

In Figur 2 wird ein erstes Ausführungsbeispiel eines  
erfindungsgemäßen Aktuators im Schnitt dargestellt. Der  
erfindungsgemäße Aktuator gemäß Figur 2 ist als  
Lenkaktuator 21 ausgebildet. Abweichend von der Darstellung  
in Figur 1 sind in den Lenkaktuator 21 nach Figur 2 ein  
Drehstabventil 15 sowie eine elektromagnetische Kupplung 23  
integriert. In einem Gehäuse 25 des Lenkactuators 21 sind  
ein erster Elektromotor 27 und ein zweiter Elektromotor 29  
integriert. An der Motorwelle 31 und 33 des ersten  
Elektromotors 27 und des zweiten Elektromotors 29 ist je  
ein Ritzel 35 und 37 ausgebildet. Die Ritzel 35 und 37 sind  
in Eingriff mit einem Getrieberad 39, welches drehfest mit  
der Eingangsseite des Drehstabventils 15 verbunden ist.  
Über einen Drehstab 41 wird eine Drehbewegung des  
Getriebrads 49 auf das Ritzel 13 übertragen. Der Drehstab  
41 übernimmt bei diesem Ausführungsbeispiel die Funktion  
der Abtriebswelle. Das Ritzel 13 ist mit einer Zahnstange  
43 im Eingriff. Die Funktionsweise eines Drehstabventils 15  
ist aus dem Stand der Technik bekannt und wird deshalb im  
Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung nicht näher  
erläutert.

Dadurch, dass der erste Elektromotor 27 und der zweite  
Elektromotor 29 über je ein Ritzel 35 und 37 auf das  
Getrieberad 39 einwirken, kann durch eine geeignete  
Ansteuerung des ersten Elektromotors 27 und des zweiten  
Elektromotors 29 ein spielfreier Antrieb des Getriebrads 39  
erreicht werden. Dies geschieht dadurch, dass bspw. der  
erste Elektromotor 27 eine erste Drehrichtung hat, um eine  
bestimmte Lenkbewegung auszuführen. Gleichzeitig wird der

- 9 -

zweite Elektromotor 29 so angesteuert, dass er der Drehbewegung des ersten Elektromotors 27 ein kleines Moment entgegensetzt. Dadurch ist gewährleistet, dass die Zahnflanken des Ritzels 35 und des Getriebrads 39 stets spielfrei aneinanderliegen. Dadurch werden Knackgeräusche und Totzeitglieder bei der Regelung der Stellung der gelenkten Räder vermieden. Diese gegenseitige "Verspannung" von erstem Elektromotor 27 und zweitem Elektromotor 29 ist besonders vorteilhaft bei der Übertragung geringer Lenkmomente bei häufig wechselnden Drehrichtungen. Wenn ein großes Drehmoment übertragen werden soll, können erster Elektromotor 27 und zweiter Elektromotor 29 so angesteuert werden, dass sie nicht gegeneinander, sondern miteinander arbeiten, so dass sich die von erstem und zweitem Elektromotor 27 und 29 aufgebrachten Momente addieren. Dies gilt auch für eine kurzzeitige Überlastung beider Motoren, so dass mit dem erfindungsgemäßen Lenkaktuator 21 kurzfristig sehr hohe Momente übertragen werden können.

In eingebautem Zustand des Lenkactuators 21 ist eine Eingangswelle 45 drehfest mit einer in Figur 2 nicht dargestellten Lenksäule 3 verbunden. Im Steer-by-Wire-Betrieb ist die Verbindung zwischen Eingangswelle 45 und Drehstab 41 durch eine elektromagnetische Kupplung 23 unterbrochen. Wenn auf den Betrieb der Rückfallebene umgeschaltet werden soll, wird die Kupplung 23 geschlossen.

Der erste Elektromotor 27 weist einen ersten Rotorlagegeber 47 auf. Der zweite Elektromotor 29 weist einen zweiten Rotorlagegeber 49 auf. Der erste und zweite Rotorlagegeber 47 und 49 sind in der Lage, die Drehposition der Motorwellen 31 und 33 in einem Winkelbereich zwischen 0 und 360° anzugeben. Mehrere Umdrehungen der Rotorwelle 31 und 33 können vom ersten Rotorlagegeber 47 und vom zweiten Rotorlagegeber 49 nicht unterschieden werden. Wenn die Zähnezahls des Ritzels 35 und die Zähnezahls des Ritzels 37

- 10 -

voneinander abweichen, können Drehwinkel  $> 360^\circ$  des Getrieberrads 39 und damit auch des Drehstabs 41 bzw. des Ritzels 13 eindeutig aus den Signalen des ersten Rotorlagegebers 47 und des zweiten Rotorlagegebers 49 ermittelt werden. Aus diesem Grund kann bei Verwendung eines erfindungsgemäßen Lenkaktuators 21 durch die geeignete Auswertung der Signale von erstem und zweitem Rotorlagegeber 47 und 49 auch den Einsatz eines teuren Multi-turn-Sensors im Bereich des Drehstabventils 15, des Ritzels 13 oder, falls der Aktuator als Lenkhandhabenaktuator eingesetzt wird, der Lenksäule 3 verzichtet werden. Außerdem ist bei Ausfall eines der Elektromotoren 27 oder 29 die Steer-by-Wire-Lenkanlage noch voll funktionsfähig. Zur Erzielung einer noch höheren Redundanz können auch mehr als zwei Elektromotoren in dem Lenkaktuator 21 integriert werden.

In Figur 3 ist ein zweites Ausführungsbeispiel eines Lenkaktuators 51 im Längsschnitt dargestellt. Dieser Lenkaktuator 51 ist zur Betätigung eines Zahnstangen-Lenkgetriebes 53 vorgesehen und weist außerdem keine Kupplung auf. Eingangswelle 45, Getrieberrad 39 und Ritzel 13 sind bei diesem Ausführungsbeispiel einstückig ausgeführt, bzw. sind drehfest miteinander verbunden. Die Eingangswelle 45 kann beim Betrieb der Rückfallebene über eine nicht dargestellte Kupplung mit der ebenfalls nicht dargestellten Lenksäule mechanisch gekoppelt werden. Das Ritzel 13 ist im Eingriff mit einer Zahnstange 43. Diese Bauweise ist sehr viel kompakter und kostengünstiger als als ein Hydro-Servolenkgetriebe. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel werden die erfindungsgemäßen Vorteile, wie sie an Hand der Ausführungsbeispiele gemäß Figur 1 und Figur 2 erläutert wurden, in vollem Umfang erreicht. Es wird deshalb auf das oben Gesagte verwiesen.

Wie bereits erwähnt, kann der erfindungsgemäße Aktuator

- 11 -

auch als Lenkhandhabenaktuator eingesetzt werden. In diesem Fall wird die Lenksäule 3 von der Abtriebswelle angertieben oder ist sogar einstückig mit der Abtriebswelle ausgeführt. Alle in der Zeichnung, deren Beschreibung und den  
5 Patentansprüchen offenbarte Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

10

5

## Ansprüche

10

1. Aktuator für eine Steer-By-Wire-Lenkanlage eines Fahrzeugs, mit einer Abtriebswelle, mit einem elektrischen Antrieb, mit einem Untersetzungsgetriebe zwischen elektrischem Antrieb und Abtriebswelle, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Antrieb mindestens

15

zwei Elektromotoren (27, 29) aufweist.

2. Aktuator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Untersetzungsgetriebe ein Zahnradgetriebe ist, dass die Elektromotoren (27, 29) je ein Antriebsritzel (35, 37) aufweisen, und dass die Antriebsritzel (35, 37) Teil des Zahnradgetriebes sind.

20

3. Aktuator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zähnezahl der Antriebsritzel (35, 37) unterschiedlich ist.

25

4. Aktuator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektromotoren (27, 29) je einen Rotorlagegeber (47, 49) aufweisen.

30

5. Aktuator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abtriebswelle eine Lenksäule (3) antreibt.

35

- 13 -

6. Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Abtriebswelle ein Lenkgetriebe (11) antreibt.

5 7. Aktuator nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Lenkgetriebe ein Zahnstangen-Lenkgetriebe (53) ist.

8. Aktuator nach Anspruch 6, gekennzeichnet, dass das Lenkgetriebe ein Hydro-Servolenkgetriebe () ist.

10

9. Steer-By-Wire-Lenkanlage für ein Fahrzeug, mit einer Lenkhandhabe (1), mit einem die Position der Lenkhandhabe (1) steuernden Lenkhandhaben-Aktuator (5), mit einem die Stellung der gelenkten Räder () mindestens mittelbar steuernden Lenk-Aktuator (), und mit einem elektronischen Steuergerät, dadurch gekennzeichnet, dass der Lenkhandhaben-Aktuator (5) ein Lenkhandhaben-Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 5 ist.

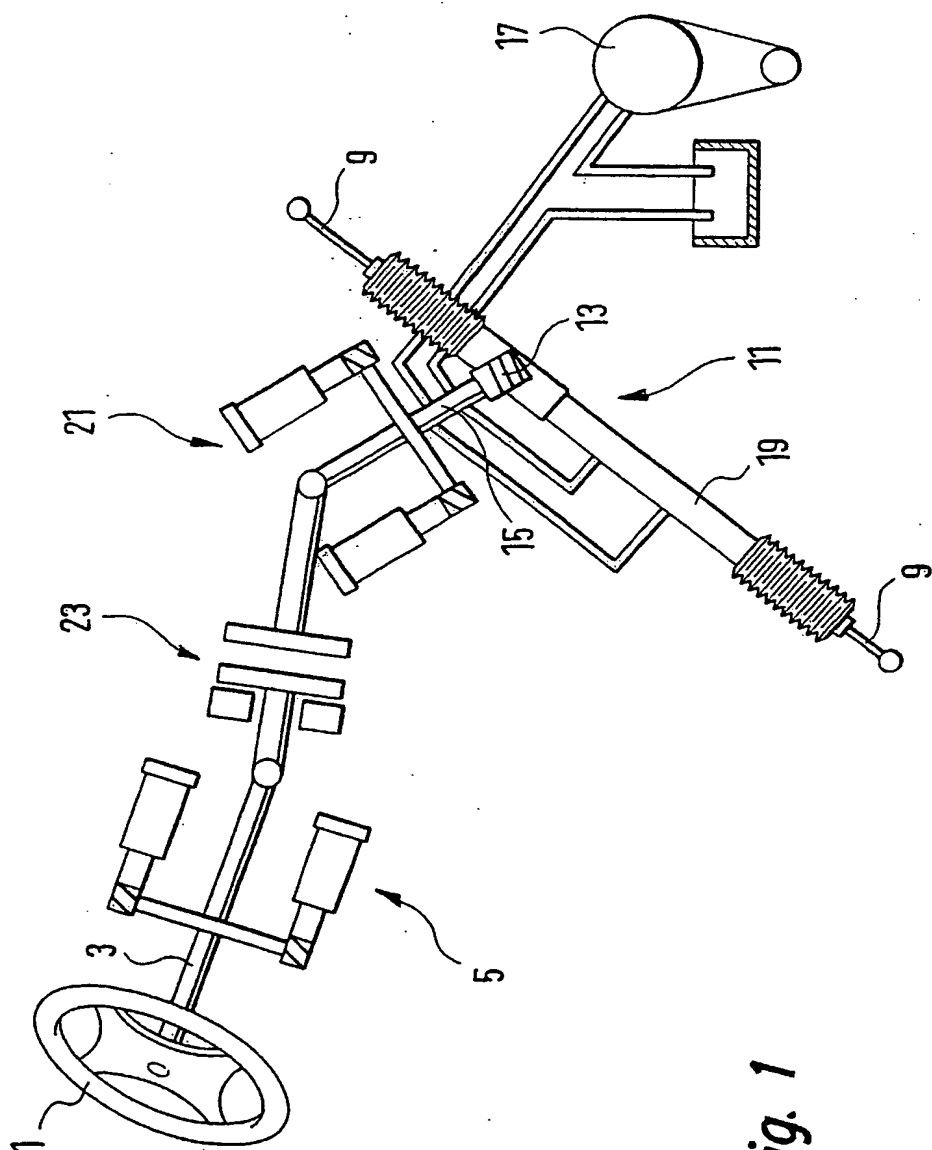
15

20

10. Steer-By-Wire-Lenkanlage für ein Fahrzeug, mit einer Lenkhandhabe (1), mit einem die Position der Lenkhandhabe (1) steuernden Lenkhandhaben-Aktuator (5), mit einem die Stellung der gelenkten Räder () mindestens mittelbar steuernden Lenk-Aktuator (), und mit einem elektronischen Steuergerät, dadurch gekennzeichnet, dass der Lenk-Aktuator (21) ein Lenk-Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 4 sowie 6 bis 8 ist.

25

1 / 3





2 / 3

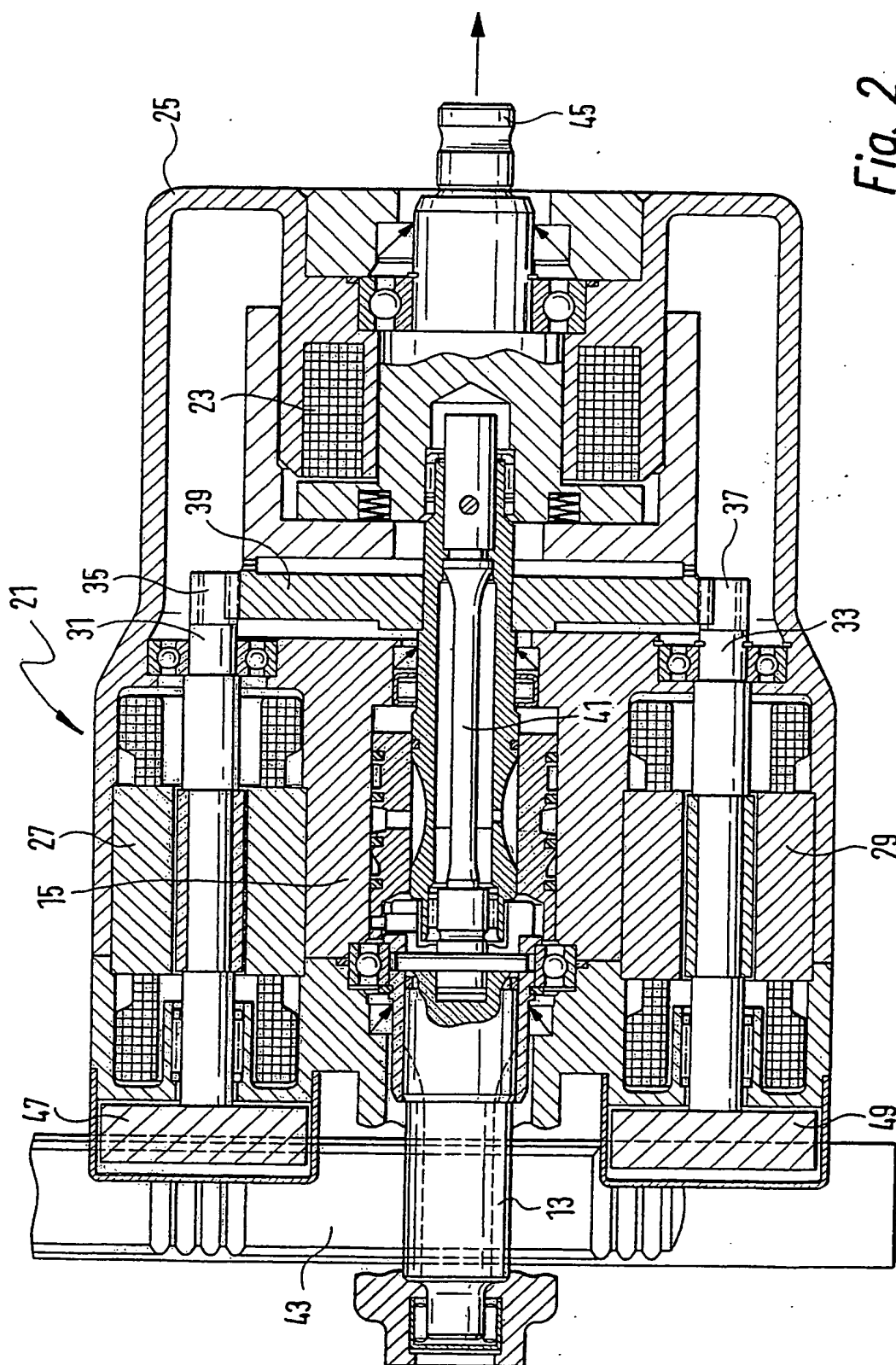


Fig. 2

3 / 3

